



Atty. Dkt
033082R167

P A T E N T

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Taro Ikeda

Serial No.: 10/635,651

Examiner: Unassigned

Filed: August 7, 2003

Group Art Unit: Unassigned

For: PLASMA PROCESSING SYSTEM AND PLASMA PROCESSING METHOD

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner For Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450


Sir :

The above-referenced patent application claims priority benefit from the foreign patent application listed below:

Application No. 2001-032711, filed in JAPAN on February 8, 2001

In support of the claim for priority, attached is a certified copy of the priority application.

Respectfully submitted,
SMITH, GAMBRELL & RUSSELL, LLP


Dennis C. Rodgers, Reg. No. 32,936
1850 M Street, NW – Suite 800
Washington, DC 20036
Telephone : 202/263-4300
Facsimile : 202/263-4329

Date : October 14, 2003



00441

PATENT TRADEMARK OFFICE

0527-22104

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 1 年 2 月 8 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 1 - 0 3 2 7 1 1
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 1 - 0 3 2 7 1 1]

出 願 人 東京エレクトロン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 1 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 7 4 7 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP992173

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00
H01L 21/3065

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 池田 太郎

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099944

【弁理士】

【氏名又は名称】 高山 宏志

【電話番号】 045-477-3234

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062617

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9606708

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理装置およびプラズマ処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被処理基板を収容する収容部とこの収容部と連通し絶縁体壁を有するプラズマ形成部とからなり、被処理基板にプラズマ処理を施す処理容器と、

前記収容部に設けられ、被処理基板が載置される導電性の載置台と、

前記絶縁体壁の外側に設けられ前記プラズマ形成部に誘導電磁界を形成するアンテナ手段と、

前記アンテナ手段に高周波電力を供給する第 1 の高周波電源と、

前記アンテナ手段により形成された誘導電磁界により解離してプラズマとなるプラズマ生成ガスおよびプラズマ処理を行うための処理ガスを供給するガス供給手段と、

前記載置台に対向するように前記絶縁体壁の外側に設けられた導電性部材と、

前記載置台に高周波電力を供給する第 2 の高周波電源とを具備することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】 被処理基板を収容するチャンバーと、

前記チャンバーと連通するようにその上方に設けられ、絶縁体からなる側壁および天壁を有するベルジャーと、

前記チャンバー内に設けられ被処理基板が載置される導電性の載置台と、

前記ベルジャーの側壁の外側に設けられ、前記ベルジャー内に誘導電磁界を形成するアンテナ手段と、

前記アンテナ手段に高周波電力を供給する第 1 の高周波電源と、

前記アンテナ手段により形成された誘導電磁界により解離してプラズマとなるプラズマ生成ガスおよびプラズマ処理を行うための処理ガスを供給するガス供給手段と、

前記天壁の上方に前記載置台と対向して設けられた導電性部材と、

前記載置台に高周波電力を供給する第 2 の高周波電源とを具備することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 3】 被処理基板を収容するチャンバーと、
前記チャンバーと連通するようにその上方に設けられ、絶縁体からなる側壁および天壁を有するベルジャーと、
前記チャンバー内に設けられ被処理基板が載置される導電性の載置台と、
前記ベルジャーの側壁の外側に設けられ、前記ベルジャー内に誘導電磁界を形成するアンテナ手段と、
前記アンテナ手段に高周波電力を供給する第 1 の高周波電源と、
前記アンテナ手段により形成された誘導電磁界により解離してプラズマとなるプラズマ生成ガスおよびプラズマ処理を行うための処理ガスを供給するガス供給手段と、
前記ベルジャーと前記アンテナ手段との間に設けられたファラデーシールドと、
前記天壁の上方に前記載置台と対向して設けられた導電性部材と、
前記載置台に高周波電力を供給する第 2 の高周波電源と
を具備することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 4】 前記載置台は、被処理基板を加熱する加熱機構を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】 被処理基板を収容するチャンバーと、前記チャンバーと連通するようにその上方に設けられ、絶縁体からなる側壁および天壁を有するベルジャーと、前記チャンバー内に設けられ被処理基板が載置される導電性の載置台と、前記ベルジャーの側壁の外側に設けられ、前記ベルジャー内に誘導電磁界を形成するアンテナ手段と、前記アンテナ手段に高周波電力を供給する第 1 の高周波電源と、前記アンテナ手段により形成された誘導電磁界により解離してプラズマとなるプラズマ生成ガスおよびプラズマ処理を行うための処理ガスを供給するガス供給手段と、前記天壁の上方に前記載置台と対向して設けられた導電性部材と、前記載置台に高周波電力を供給する第 2 の高周波電源とを具備するプラズマ処理装置を用いてプラズマ処理を行うプラズマ処理方法であって、

前記第 2 の高周波電源から前記載置台に高周波電力を供給し、前記載置台と前記導電性部材との間に被処理基板に対して垂直な電界を形成してプラズマを形成

し、その後前記第1の高周波電源から前記アンテナ手段に高周波電力を供給し、前記ベルジャー内に誘導電磁界を形成して誘導結合プラズマを形成し、被処理基板にプラズマ処理を施すことを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項6】 被処理基板を収容するチャンバーと、前記チャンバーと連通するようにその上方に設けられ、絶縁体からなる側壁および天壁を有するベルジャーと、前記チャンバー内に設けられ被処理基板が載置される導電性の載置台と、前記ベルジャーの側壁の外側に設けられ、前記ベルジャー内に誘導電磁界を形成するアンテナ手段と、前記アンテナ手段に高周波電力を供給する第1の高周波電源と、前記アンテナ手段により形成された誘導電磁界により解離してプラズマとなるプラズマ生成ガスおよびプラズマ処理を行うための処理ガスを供給するガス供給手段と、前記ベルジャーと前記アンテナ手段との間に設けられたファラデーシールドと、前記天壁の上方に前記載置台と対向して設けられた導電性部材と、前記載置台に高周波電力を供給する第2の高周波電源とを具備するプラズマ処理装置を用いてプラズマ処理を行うプラズマ処理方法であって、

前記第2の高周波電源から前記載置台に高周波電力を供給し、前記載置台と前記導電性部材との間に電界を形成してプラズマを点火し、その後前記第1の高周波電源から前記アンテナ手段に高周波電力を供給し、前記ベルジャー内に誘導電磁界を形成して誘導結合プラズマを形成し、被処理基板にプラズマ処理を施すことを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項7】 前記第2の高周波電源は、前記第1の高周波電源が高周波電力の供給を開始した後に、高周波電力の供給を停止することを特徴とする請求項5または請求項6に記載のプラズマ処理方法。

【請求項8】 被処理基板を加熱しながらプラズマ処理を施すことを特徴とする請求項5から請求項7のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

【請求項9】 前記プラズマ処理は、被処理基板上に形成された自然酸化膜を除去する処理であることを特徴とする請求項5から請求項8のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

【請求項10】 前記プラズマガスおよび前記処理ガスは、アルゴンガスおよび水素ガスからなることを特徴とする請求項9に記載のプラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、プラズマ処理装置およびプラズマ処理方法に関する。

【0002】**【従来の技術】**

半導体製造工程においては、被処理体である半導体ウエハ（以下、単にウエハと記す）にプラズマを用いて所定の処理を施すプラズマ処理装置が利用されている。

【0003】

このようなプラズマ処理装置としては、誘導結合プラズマ(ICP:Inductive Coupled Plasma)を利用するものと、容量結合プラズマ(CCP:Capacitive Coupled Plasma)を利用するものとが挙げられる。これらのうち、誘導結合プラズマでは容量結合プラズマよりもプラズマ密度が高く、かつ、バイアス電圧が10～20Vと容量結合プラズマの場合の100～200Vよりも低いため、高効率でかつウエハに与えるダメージの小さい処理を行うことができる。

【0004】

図5（a）は、誘導結合プラズマを利用した従来のプラズマエッチング装置の一例を示す断面図である。このプラズマエッチング装置200は、被処理体であるウエハが載置されるサセプタ203がその内部に設けられたチャンバー201と、チャンバー201の上方に連通するように設けられたベルジャー202と、ベルジャー202の外周に巻回されたアンテナ205と、サセプタ203に接続された高周波バイアス電源204と、アンテナ205に接続された高周波電源206とを具備しており、高周波電源206からアンテナ205に高周波電力を供給することによりベルジャー202内に誘導電磁界を形成して処理ガスのプラズマを発生させ、これによりウエハWにプラズマ処理を施すように構成されている。

【0005】

しかし、このようなプラズマエッチング装置200においては、図5（a）中

に矢印で示すようにアンテナ 2 0 5 からサセプタ 2 0 3 に向けての斜め方向の電界が形成され、特にプラズマ点火直後に、この斜め方向の電界によって図 5 (b) に示すようにエッチャントがウエハ表面に対して斜めに入射してウエハ表面に形成された微細パターンの形状を崩したり、ウエハ表面に電子が斜め方向に入射してチャージが蓄積したりする問題がある。

【0 0 0 6】

このような問題の原因となる斜め方向の電界を除去する方法として、例えば特開平 5 - 2 0 6 0 7 2 号公報には、ファラデーシールドを用いることが示されている。例えば図 5 (c) に示すように、ファラデーシールド 2 0 7 は、プラズマエッチング装置 2 0 0 ' のベルジャー 2 0 2 とアンテナ 2 0 5 との間に設けられた導電体からなる筒状部材であり、その軸方向と水平な電界成分を短絡する作用により、電界の垂直成分を除去することによって斜め方向の電界が形成されないようにする。しかしながら、このように垂直方向の電界が除去されると、プラズマ点火に有効な電界成分が小さくなるためプラズマが点火しにくくなるという問題がある。

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであって、誘導結合プラズマを利用しつつ、プラズマ点火直後に斜め方向の電界による不都合が生じ難いプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法を提供することを目的とする。また、誘導結合プラズマ方式においてファラデーシールドを用いても、プラズマを確実に点火することができるプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法を提供することを目的とする。

【0 0 0 8】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明第 1 の観点は、被処理基板を収容する収容部とこの収容部と連通し絶縁体壁を有するプラズマ形成部とからなり、被処理基板にプラズマ処理を施す処理容器と、前記収容部に設けられ、被処理基板が載置される導電性の載置台と、前記絶縁体壁の外側に設けられ前記プラズマ形成部に誘

導電磁界を形成するアンテナ手段と、前記アンテナ手段に高周波電力を供給する第1の高周波電源と、前記アンテナ手段により形成された誘導電磁界により解離してプラズマとなるプラズマ生成ガスおよびプラズマ処理を行うための処理ガスを供給するガス供給手段と、前記載置台に対向するように前記絶縁体壁の外側に設けられた導電性部材と、前記載置台に高周波電力を供給する第2の高周波電源とを具備することを特徴とするプラズマ処理装置を提供する。

【0009】

上記第1の観点によれば、前記載置台に対向するように前記絶縁体壁の外側に設けられた導電性部材と、前記載置台に高周波電力を供給する第2の高周波電源とを具備するので、プラズマ点火時に、前記第2の高周波電源から前記載置台に高周波電力を供給して前記載置台と前記導電性部材との間に電界を形成することにより、前記載置台と前記導電性部材との間に形成される電界が支配的な状態とすることができるから、前記被処理基板に対して斜め向きに形成される電界によって生じる悪影響を抑制することができる。

【0010】

また、本発明の第2の観点は、被処理基板を収容するチャンバーと、前記チャンバーと連通するようにその上方に設けられ、絶縁体からなる側壁および天壁を有するベルジャーと、前記チャンバー内に設けられ被処理基板が載置される導電性の載置台と、前記ベルジャーの側壁の外側に設けられ、前記ベルジャー内に誘導電磁界を形成するアンテナ手段と、前記アンテナ手段に高周波電力を供給する第1の高周波電源と、前記アンテナ手段により形成された誘導電磁界により解離してプラズマとなるプラズマ生成ガスおよびプラズマ処理を行うための処理ガスを供給するガス供給手段と、前記天壁の上方に前記載置台と対向して設けられた導電性部材と、前記載置台に高周波電力を供給する第2の高周波電源とを具備することを特徴とするプラズマ処理装置を提供する。

【0011】

上記第2の観点によれば、前記天壁の上方に前記載置台と対向して設けられた導電性部材と、前記載置台に高周波電力を供給する第2の高周波電源とを具備するので、プラズマ点火時に、前記第2の高周波電源から前記載置台に高周波電力

を供給して前記載置台と前記導電性部材との間に前記被処理基板に対して垂直な電界を形成することにより、前記被処理基板に対して垂直な電界が支配的な状態とすることができるから、前記被処理基板に対して斜め向きに形成される電界によって生じる悪影響を確実に抑制することができる。

【0012】

さらに、本発明の第3の観点は、被処理基板を収容するチャンバーと、前記チャンバーと連通するようにその上方に設けられ、絶縁体からなる側壁および天壁を有するベルジャーと、前記チャンバー内に設けられ被処理基板が載置される導電性の載置台と、前記ベルジャーの側壁の外側に設けられ、前記ベルジャー内に誘導電磁界を形成するアンテナ手段と、前記アンテナ手段に高周波電力を供給する第1の高周波電源と、前記アンテナ手段により形成された誘導電磁界により解離してプラズマとなるプラズマ生成ガスおよびプラズマ処理を行うための処理ガスを供給するガス供給手段と、前記ベルジャーと前記アンテナ手段との間に設けられたファラデーシールドと、前記天壁の上方に前記載置台と対向して設けられた導電性部材と、前記載置台に高周波電力を供給する第2の高周波電源とを具備することを特徴とするプラズマ処理装置を提供する。

【0013】

上記第3の観点によれば、前記ベルジャーと前記アンテナ手段との間に設けられたファラデーシールドと、前記天壁の上方に前記載置台と対向して設けられた導電性部材と、前記載置台に高周波電力を供給する第2の高周波電源とを具備するので、プラズマ着火時に、前記第2の高周波電源から前記載置台に高周波電力を供給して前記載置台と前記導電性部材との間に前記被処理基板と垂直な電界を形成することにより、プラズマの点火に必要な電界を印加することができるから、ファラデーシールドを用いて被処理基板に対して斜め方向の電界が形成されることを防止しつつ、プラズマの点火を確実に行うことが可能となる。

【0014】

上記第1から第3のいずれの観点においても、前記載置台は、被処理基板を加熱する加熱機構を有することが好ましい。これによりプラズマ処理の反応を促進することができる。

【0015】

さらにまた、本発明の第4の観点は、被処理基板を収容するチャンバーと、前記チャンバーと連通するようにその上方に設けられ、絶縁体からなる側壁および天壁を有するベルジャーと、前記チャンバー内に設けられ被処理基板が載置される導電性の載置台と、前記ベルジャーの側壁の外側に設けられ、前記ベルジャー内に誘導電磁界を形成するアンテナ手段と、前記アンテナ手段に高周波電力を供給する第1の高周波電源と、前記アンテナ手段により形成された誘導電磁界により解離してプラズマとなるプラズマ生成ガスおよびプラズマ処理を行うための処理ガスを供給するガス供給手段と、前記天壁の上方に前記載置台と対向して設けられた導電性部材と、前記載置台に高周波電力を供給する第2の高周波電源とを具備するプラズマ処理装置を用いてプラズマ処理を行うプラズマ処理方法であって、前記第2の高周波電源から前記載置台に高周波電力を供給し、前記載置台と前記導電性部材との間に被処理基板に対して垂直な電界を形成してプラズマを形成し、その後前記第1の高周波電源から前記アンテナ手段に高周波電力を供給し、前記ベルジャー内に誘導電磁界を形成して誘導結合プラズマを形成し、被処理基板にプラズマ処理を施すことを特徴とするプラズマ処理方法を提供する。

【0016】

上記第4の観点によれば、前記第2の高周波電源から前記載置台に高周波電力を供給し、前記載置台と前記導電性部材との間に被処理基板に対して垂直な電界を形成してプラズマを形成し、その後前記第1の高周波電源から前記アンテナ手段に高周波電力を供給し、前記ベルジャー内に誘導電磁界を形成して誘導結合プラズマを形成し、被処理基板にプラズマ処理を施すので、誘導電磁界に先立って前記載置台と導電性部材との間に被処理基板に対して垂直な電界を形成してプラズマを形成することができ、これにより誘導電磁界でプラズマを点火した場合に問題となる、点火直後に斜め方向の電界が被処理基板に悪影響を及ぼすことを防止することができる。

【0017】

さらにまた、本発明の第5の観点は、被処理基板を収容するチャンバーと、前記チャンバーと連通するようにその上方に設けられ、絶縁体からなる側壁および

天壁を有するベルジャーと、前記チャンバー内に設けられ被処理基板が載置される導電性の載置台と、前記ベルジャーの側壁の外側に設けられ、前記ベルジャー内に誘導電磁界を形成するアンテナ手段と、前記アンテナ手段に高周波電力を供給する第 1 の高周波電源と、前記アンテナ手段により形成された誘導電磁界により解離してプラズマとなるプラズマ生成ガスおよびプラズマ処理を行うための処理ガスを供給するガス供給手段と、前記ベルジャーと前記アンテナ手段との間に設けられたファラデーシールドと、前記天壁の上方に前記載置台と対向して設けられた導電性部材と、前記載置台に高周波電力を供給する第 2 の高周波電源とを具備するプラズマ処理装置を用いてプラズマ処理を行うプラズマ処理方法であって、前記第 2 の高周波電源から前記載置台に高周波電力を供給し、前記載置台と前記導電性部材との間に電界を形成してプラズマを点火し、その後前記第 1 の高周波電源から前記アンテナ手段に高周波電力を供給し、前記ベルジャー内に誘導電磁界を形成して誘導結合プラズマを形成し、被処理基板にプラズマ処理を施すことを特徴とするプラズマ処理方法を提供する。

【 0 0 1 8 】

上記第 5 の観点によれば、前記第 2 の高周波電源から前記載置台に高周波電力を供給し、前記載置台と前記導電性部材との間に電界を形成してプラズマを点火し、その後前記第 1 の高周波電源から前記アンテナ手段に高周波電力を供給し、前記ベルジャー内に誘導電磁界を形成して誘導結合プラズマを形成し、被処理基板にプラズマ処理を施すので、誘導電磁界に先立って前記載置台と導電性部材との間に電界を形成することにより、プラズマ点火時に必要な電界を前記載置台と前記導電性部材との間に形成される電界によって印加することができるから、被処理基板に対して斜め方向の電界が形成されることを防止するファラデーシールドを用いて誘導結合プラズマで処理する場合であっても、プラズマの点火を確実に行うことが可能となる。

【 0 0 1 9 】

上記第 4 または第 5 の観点においては、前記第 1 の高周波電源は、前記第 2 の高周波電源が高周波電力の供給を開始した後に、高周波電力の供給を開始する構成とすることが好ましい。これにより、前記第 2 の高周波電源からの高周波電力

により形成された電界でプラズマを点火しつつ、プラズマの点火後は前記第 1 の高周波電源からの高周波電力により形成された誘導結合プラズマでプラズマ処理を行うことができる。この場合に、前記第 2 の高周波電源は、前記第 1 の高周波電源が高周波電力の供給を開始した後に、高周波電力の供給を停止する構成とすることが好ましい。これにより前記被処理基板に大きなバイアス電圧が生じることを防止することができる。

【0020】

また、上記のプラズマ処理方法においては、被処理基板を加熱しながらプラズマ処理を施すことが好ましい。これによりプラズマ処理の反応を促進することができる。

【0021】

さらに、上記のプラズマ処理方法は、前記被処理基板上に形成された自然酸化膜を除去する処理に適用することが好適である。この場合には、前記プラズマガスおよび前記処理ガスとしては、アルゴンガスおよび水素ガスを用いることが好適である。さらに、アルゴンガスに代えてネオンガス、ヘリウムガス、キセノンガス等の不活性ガスを用いることも可能である。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明の第 1 の実施の形態について説明する。

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係るプラズマ処理装置を適用したプリクリーニング装置を備えたメタル成膜システムを示す概略構成図である。このメタル成膜システム 20 は、中央に搬送室 10 が配置され、その周囲に 2 つのカセットチャンバー 11, 12, 脱ガス用チャンバー 13、Ti 成膜装置 14、本実施形態に係るプリクリーニング装置 15、TiN 成膜装置 16、Al 成膜装置 17 および冷却チャンバー 18 が設けられたマルチチャンバータイプである。

【0023】

このようなメタル成膜システム 20 においては、コンタクトホールまたはビアホールが形成された半導体ウエハ（以下、単にウエハ W という。）にバリア層を形成し、その上に Al（アルミニウム）層を形成してホールの埋め込みと Al 配

線の形成を行う。具体的には、まず搬送アーム 19 により、カセットチャンバー 11 からウエハ W を一枚取り出し、プリクリーニング装置 15 に装入してウエハ W の表面に形成されている自然酸化膜を除去する。次に、搬送アーム 19 によりウエハ W を脱ガス用チャンバー 13 に装入してウエハ W の脱ガスを行う。その後、ウエハ W を Ti 成膜装置 14 に装入して Ti 膜の成膜を行い、さらに TiN 成膜装置 16 に装入して TiN の成膜を行ってバリア層を形成する。次いで、Al 成膜装置 17 で Al 層を形成する。ここまでで所定の成膜は終了し、その後ウエハ W は冷却チャンバー 18 で冷却され、カセットチャンバー 12 に収容される。

【0024】

このようにして、例えば、不純物拡散領域に達するコンタクトホールが形成された層間絶縁膜の設けられたウエハ W 上に、この不純物拡散領域および層間絶縁膜上に形成されたバリア層と、このバリア層上に形成され、不純物拡散領域と導通する金属層とを有するデバイスが製造される。

【0025】

次に、上記メタル成膜システム 20 に搭載されている本実施形態のプリクリーニング装置 15 について詳細に説明する。図 2 は、プリクリーニング装置 15 の概略断面図である。図 2 に示すように、プリクリーニング装置 15 は、略円筒状のチャンバー 31 と、チャンバー 31 の上方にチャンバー 31 と連続するように設けられた略円筒状のベルジャー 32 とを有している。チャンバー 31 内には被処理体であるウエハ W を水平に支持するための導電性材料からなるサセプター（載置台）33 が円筒状の支持部材 35 に支持された状態で配置されている。ベルジャー 32 の上方には、サセプター 33 と対向するように、サセプター 33 と同様に導電性材料からなる導電性部材 49 が設けられている。

【0026】

サセプター 33 には第 2 の高周波電源 34 が接続されており、この第 2 の高周波電源 34 からサセプター 33 に高周波電力を供給することにより、サセプター 33 と導電性部材 49 との間にウエハ W に対して垂直な電界が形成されるようになっている。さらに、サセプター 33 にはヒーター 36 が埋設されており、電源 37 からヒーター 36 に給電することにより、ウエハ W を所定の温度に加熱可能

に構成されている。

【0027】

ベルジャー 32 は、例えば石英やセラミックス材料等の電気絶縁材料で形成されており、その周囲には図 3 に示すように所定間隔で縦長に開口したスリット部 44a の設けられた略円筒状のファラデーシールド 44 が配置され、さらにその外側にアンテナ部材としてのコイル 42 が巻回されている。コイル 42 には、例えば 13.56 MHz の周波数を有する第 1 の高周波電源 43 が接続され、この第 1 の高周波電源 43 からコイル 42 に高周波電力を供給することにより、ベルジャー 32 内に誘導電磁界が形成されるようになっている。また、ファラデーシールド 44 は、コイル 42 からサセプター 33 に向けての斜め方向の電界の形成を防止する機能を有している。

【0028】

サセプター 33 上方には、サセプター 33 上に載置されたウエハ W の外縁をクランプして保持可能なクランプリング 38 が設けられており、このクランプリング 38 は、図示しない昇降機構により昇降可能に構成されている。クランプリング 38 は、チャンバー 31 内にウエハ W を搬入してサセプター 33 に設けられた支持ピン（図示せず）上に受け渡す際には所定位置まで上昇され、前記支持ピンをサセプター 33 内に没入させてウエハ W をサセプター 33 上に載置した後、ウエハ W をクランプして保持する際にはウエハ W の外縁に当接してクランプする位置まで下降される。

【0029】

また、チャンバー 31 の側壁は開口 46 を有しており、チャンバー 31 の外側の開口 46 と対応する位置にはゲートバルブ 47 が設けられ、このゲートバルブ 47 を開にした状態でウエハ W が隣接するロードロック室（図示せず）とチャンバー 31 内との間で搬送されるようになっている。さらに、チャンバー 31 の側壁にはガス供給ノズル 48 がさらに設けられており、このガス供給ノズル 48 より後述するガス供給機構 60 から供給されるガスがチャンバー 31 およびベルジャー 32 内に供給される。

【0030】

ガス供給機構 60 は、プラズマ生成ガスとして Ar ガスを供給する Ar ガス供給源 61、および、エッチング処理のための処理ガスとして H₂ ガスを供給する H₂ ガス供給源 62 を有している。Ar ガス供給源 61 は、ガスライン 63 が接続され、このガスライン 63 にはマスフローコントローラ 67 とその前後の開閉バルブ 65、69 とが設けられている。また、H₂ ガス供給源 62 にはガスライン 64 が接続され、このガスライン 64 にはマスフローコントローラ 68 とその前後の開閉バルブ 66、70 とが設けられている。これらガスライン 63、64 はガスライン 71 に接続され、このガスライン 71 がガス供給ノズル 48 と接続されている。

【0031】

また、チャンバー 31 の底壁には、排気管 50 が接続されており、この排気管 50 には真空ポンプを含む排気装置 51 が接続されている。この排気装置 51 を作動させることにより、チャンバー 31 およびベルジャー 32 内は所定の真空度に維持可能になっている。

【0032】

次に、このように構成されるプリクリーニング装置 15 によりウエハ W 上に形成された自然酸化膜を除去する動作について説明する。

まず、ゲートバルブ 47 を開にして、搬送室 10 に設けられた搬送アーム 19 によりチャンバー 31 内にウエハ W を装入し、サセプター 33 の支持ピン（図示せず）上にウエハ W を受け渡す。次いで、前記支持ピンをサセプター 33 内に没入させてウエハ W をサセプター 33 上に載置した後、クランプリング 38 を下降させてウエハ W 外縁をクランプさせる。その後、ゲートバルブ 47 を閉にして、排気装置 51 によりチャンバー 31 およびベルジャー 32 内を排気して所定の減圧状態にし、この減圧状態で Ar ガス供給源 61 からチャンバー 31 およびベルジャー 32 内に所定流量で Ar ガスを導入しつつ、第 2 の高周波電源 34 からサセプター 33 に高周波電力を供給してサセプター 33 と導電性部材 49 との間にウエハ W に対して垂直に電界を形成し、この電界により Ar ガスを励起させプラズマを点火する。

【0033】

プラズマを点火した後、第1の高周波電源43からコイル42への高周波電力の供給を開始してベルジャー32内に誘導電磁界を形成するとともに、第2の高周波電源34からサセプター33への高周波電力の供給を停止し、以降は誘導電磁界によりプラズマを維持するようにする。このような状態で、Arガス供給源61からの流量を減少させるとともに、H₂ガス供給源62からチャンバー31内にH₂ガスの導入を開始し、ヒーター36によりウエハWを加熱しながら、ウエハW上の自然酸化膜をエッチング除去する処理を行う。この際、ファラデーシールド44によって、コイル42がウエハW表面に対して斜めの電界を形成することが防止され、これによりウエハW表面にイオンや電子が斜めに入射してウエハWの表面パターンの形状が崩れたり、ウエハWにチャージが蓄積することが防止される。また、誘導結合プラズマは本質的にバイアス電圧が低いためダメージが小さい。

【0034】

以上のようにしてウエハW上の自然酸化膜を除去した後、排気装置51の排気量ならびにArガス供給源61からのArガス供給量およびH₂ガス供給源62からのH₂ガス供給量を調節してチャンバー31およびベルジャー32内を搬送室10と同等の真空度にするとともに、前記支持ピンをサセプター33から突出させてウエハWを持ち上げさせ、ゲートバルブ47を開にして搬送アーム19をチャンバー31内に進入させてウエハWを取り出させることにより、プリクリーニング装置15における工程は終了する。

【0035】

このようなプロセスの条件としては、例えば、第1の高周波電源43の電力：500～1000W、周波数：450kHz、第2の高周波電源34の電力：500～1000W、周波数：13.56MHz、ヒーター36の加熱温度：50～500℃、チャンバー31内の圧力：0.133～13.3Pa（0.1～100mTorr）とすることができる。また、Arガス流量は0～0.050L/min（0～50sccm）の範囲で、H₂ガス流量は0～0.200L/min（0～200sccm）の範囲でそれぞれ適宜ガス供給することができるが、より詳細には、点火時のArガス流量：0.050L/min（50sccm

）、プロセス時のArガス流量/H₂ガス流量：0.008/0.012 L/min（8/12 sccm）とすることができる。

【0036】

以上のようにしてプラズマ処理することにより、例えばSi、CoSi、W、WSi、TiSi上の自然酸化膜を、適切に除去することができる。従来の誘導結合プラズマ方式のプラズマ処理装置では、ファラデーシールド44を用いてコイル42からサセプター33に向かう斜め方向の電界を除去すると電界が弱くなるためプラズマが点火し難くなるという問題があったが、上記構成によればサセプター33と導電性部材49との間に形成される電界によりプラズマの点火を確実に行うことができ、かつ、プラズマの点火後は誘導電磁界による誘導結合プラズマによりプリクリーニング工程を行うことができる。

【0037】

このように誘導結合プラズマを利用することにより、磁界成分でプラズマをアシストすることができるのでH₂の比率を高めつつArの比率を少なくすることができ、また、プラズマ密度とバイアス電圧とを独立にコントロールすることが可能となるのでプラズマ密度を高くしつつ低バイアス電圧とすることができる。これらにより、極めて効率よく自然酸化膜の除去を行うことが可能となる。容量結合プラズマでは、プラズマが安定しないためArを少なくすることができず、また、プラズマ密度とバイアス電圧とを独立にコントロールすることも不可能であるため、このように効率よく自然酸化膜の除去を行うことはできない。

【0038】

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。

図4は、本実施形態のプラズマ処理装置を適用したプリクリーニング装置を示す断面図である。このプリクリーニング装置15'は、ファラデーシールド44を設けていない点以外は第1の実施形態のプリクリーニング装置15と同様に構成されている。このようなプリクリーニング装置15'によれば、第1の実施形態のプリクリーニング装置15と同様に、第2の高周波電源34からサセプター33に高周波電力を供給してプラズマを点火した後、第1の高周波電源43からコイル42に高周波電力を供給して誘導結合プラズマを形成してプラズマ処理す

る処理動作によりウエハW上に形成された自然酸化膜を除去することができる。

【0039】

本実施形態においては、プラズマ点火時に、第1の高周波電源43からの給電に先立って、上述のように第2の高周波電源34からサセプター33に高周波電力を供給し、サセプター33と導電性部材49との間にウエハWと垂直な電界を形成するので、ウエハWに対して垂直な方向の電界が支配的な状態とすることができる。これにより、斜め方向の電界によって生じるウエハWの表面性状の劣化やチャージの蓄積等の不都合が生じやすいプラズマ点火直後に斜め方向の電界が形成されないので、前記ウエハWの表面性状の劣化やチャージの蓄積等の影響を少なくすることができる。また、このようにしてプラズマを点火した後は、第1の高周波電源43からコイル42に高周波電力を供給することにより、第1の実施形態と同様に誘導結合プラズマによって高効率かつ低ダメージでプラズマ処理を行うことができる。

【0040】

なお、本発明は上記実施形態に限定されることなく種々変形可能である。例えば、上記実施形態では本発明をメタル成膜システムにおいて自然酸化膜の除去を行うプリクリーニング装置に適用した場合を示したが、本発明はコンタクトエッチング等を行う他のプラズマエッチング装置に適用することも可能であり、さらには、本発明をプラズマCVD等その他のプラズマ処理装置に適用することも可能である。また、このプラズマ処理装置は、既存する誘導結合プラズマ処理装置のベルジャー上方に、グランドに落とされた導体板を載置することによっても構成することができる。このように既存の装置に簡単な改造を施すことにより構成した場合には、本発明の装置コストは極めて低く抑えることが可能である。さらに、被処理基板は半導体ウエハに限られるものではなく、他の基板であってもよい。

【0041】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、前記載置台に対向するように前記絶縁体壁の外側に設けられた導電性部材と、前記載置台に高周波電力を供給する第2

の高周波電源とを具備するので、プラズマ点火時に、前記第 2 の高周波電源から前記載置台に高周波電力を供給して前記載置台と前記導電性部材との間に電界を形成することにより、前記処理容器内を前記載置台と前記導電性部材との間に形成される電界が支配的な状態とすることができるから、前記被処理基板に対して斜め向きに形成される電界によって生じる悪影響を抑制することができる。したがって、処理の精度が極めて高く、かつ、効率よく処理を行うことの可能なプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法が提供される。

【0 0 4 2】

また、本発明によれば、前記天壁の上方に前記載置台と対向して設けられた導電性部材と、前記載置台に高周波電力を供給する第 2 の高周波電源とを具備するので、プラズマ点火時に、前記第 2 の高周波電源から前記載置台に高周波電力を供給して前記載置台と前記導電性部材との間に前記被処理基板に対して垂直な電界を形成することにより、前記被処理基板に対して垂直な電界が支配的な状態とすることができるから、前記被処理基板に対して斜め向きに形成される電界によって生じる悪影響を確実に抑制することができる。したがって、処理の精度が極めて高く、かつ、効率よく処理を行うことの可能なプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法が確実に提供される。

【0 0 4 3】

さらに、本発明によれば、前記ベルジャーと前記アンテナ手段との間に設けられたファラデーシールドと、前記天壁の上方に前記載置台と対向して設けられた導電性部材と、前記載置台に高周波電力を供給する第 2 の高周波電源とを具備するので、プラズマ着火時に、前記第 2 の高周波電源から前記載置台に高周波電力を供給して前記載置台と前記導電性部材との間に前記被処理基板と垂直な電界を形成することにより、プラズマの点火に必要な電界を印加することができるから、ファラデーシールドを用いて被処理基板に対して斜め方向の電界が形成されることを防止しつつ、プラズマ点火を確実に行うことが可能となる。したがって、誘導結合プラズマ方式にファラデーシールドを併用した場合にプラズマが着火し難くなるという問題を解消したプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法が実現される。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明の第 1 の実施形態に係るプラズマ処理装置を適用したプリクリーニング装置を備えたメタル成膜システムを示す概略構成図。

【図 2】

本発明の第 1 の実施形態に係るプラズマ処理装置の概略断面図。

【図 3】

図 2 に示したプリクリーニング装置におけるファラデーシールドの斜視図。

【図 4】

本発明の第 2 の実施形態に係るプリクリーニング装置の概略断面図。

【図 5】

従来の誘導結合プラズマ方式のプラズマエッチング装置の一例を示す概略断面図、その装置のエッチャントの挙動を示す図、および、従来のファラデーシールドを備えたプラズマエッチング装置の一例を示す概略断面図。

【符号の説明】

- 15；プリクリーニング装置
- 31；チャンバー
- 32；ベルジャー
- 33；サセプター
- 34；第 2 の高周波電源
- 42；コイル
- 43；第 1 の高周波電源
- 44；ファラデーシールド
- 48；ガス供給ノズル
- 49；導電性部材
- 60；ガス供給機構
- 61；Ar ガス供給源
- 62；H₂ ガス供給源
- 200；プラズマエッチング装置

2 0 1 ; チャンバー

2 0 2 ; ベルジャー

2 0 3 ; サセプタ

2 0 4 ; 高周波バイアス電源

2 0 5 ; アンテナ

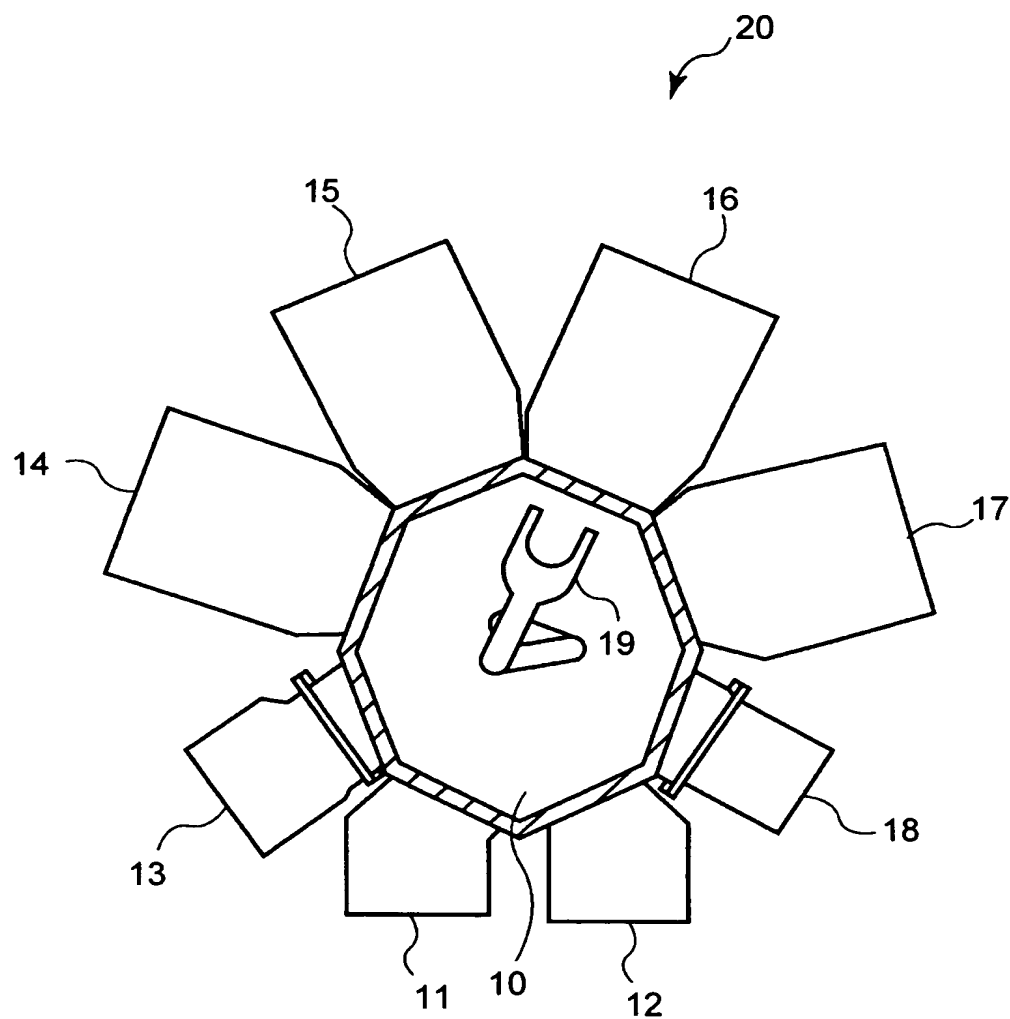
2 0 6 ; 高周波電源

2 0 7 ; ファラデーシールド

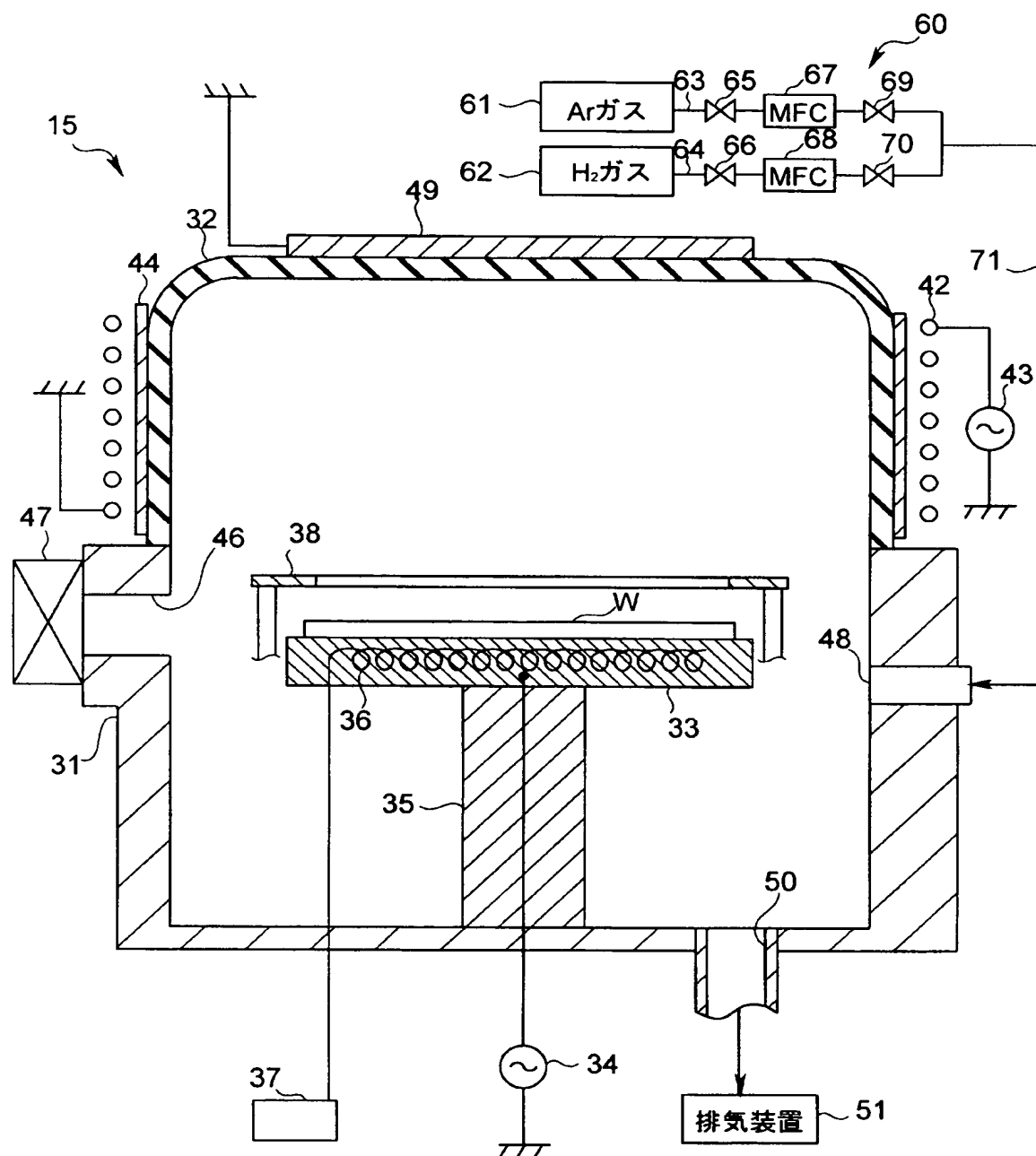
W ; 半導体ウエハ

【書類名】 図面

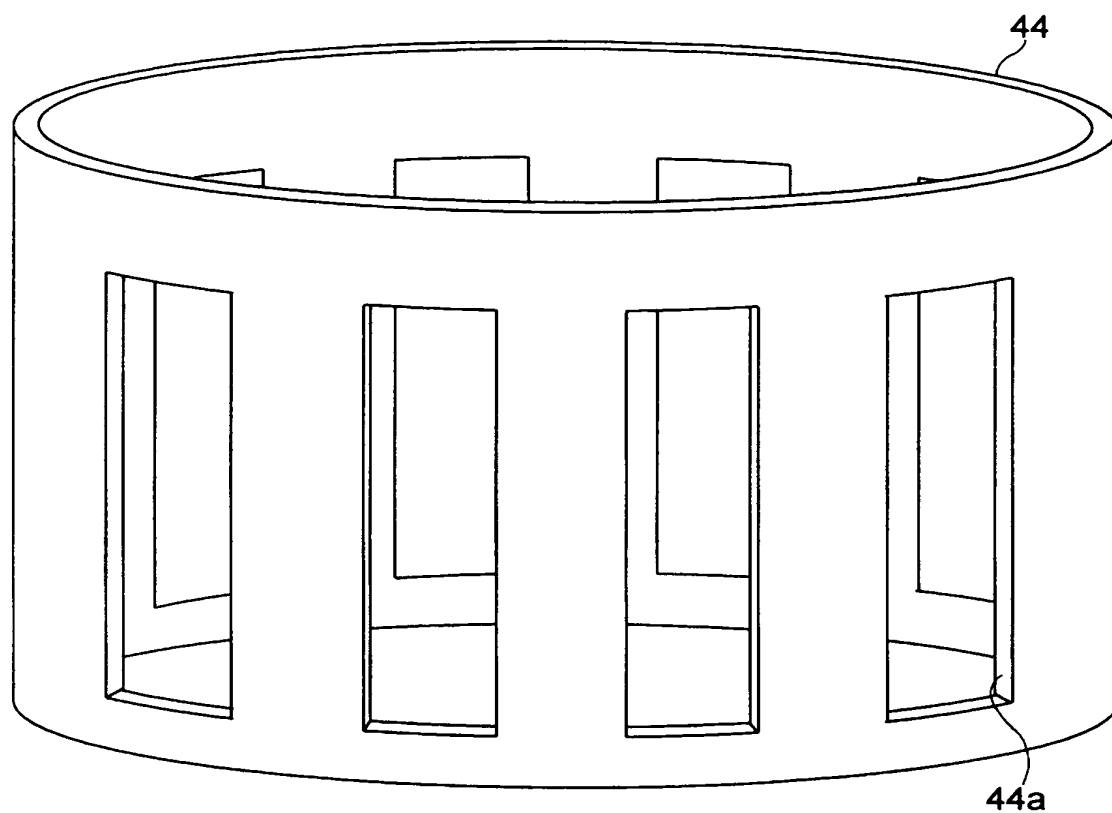
【図 1】



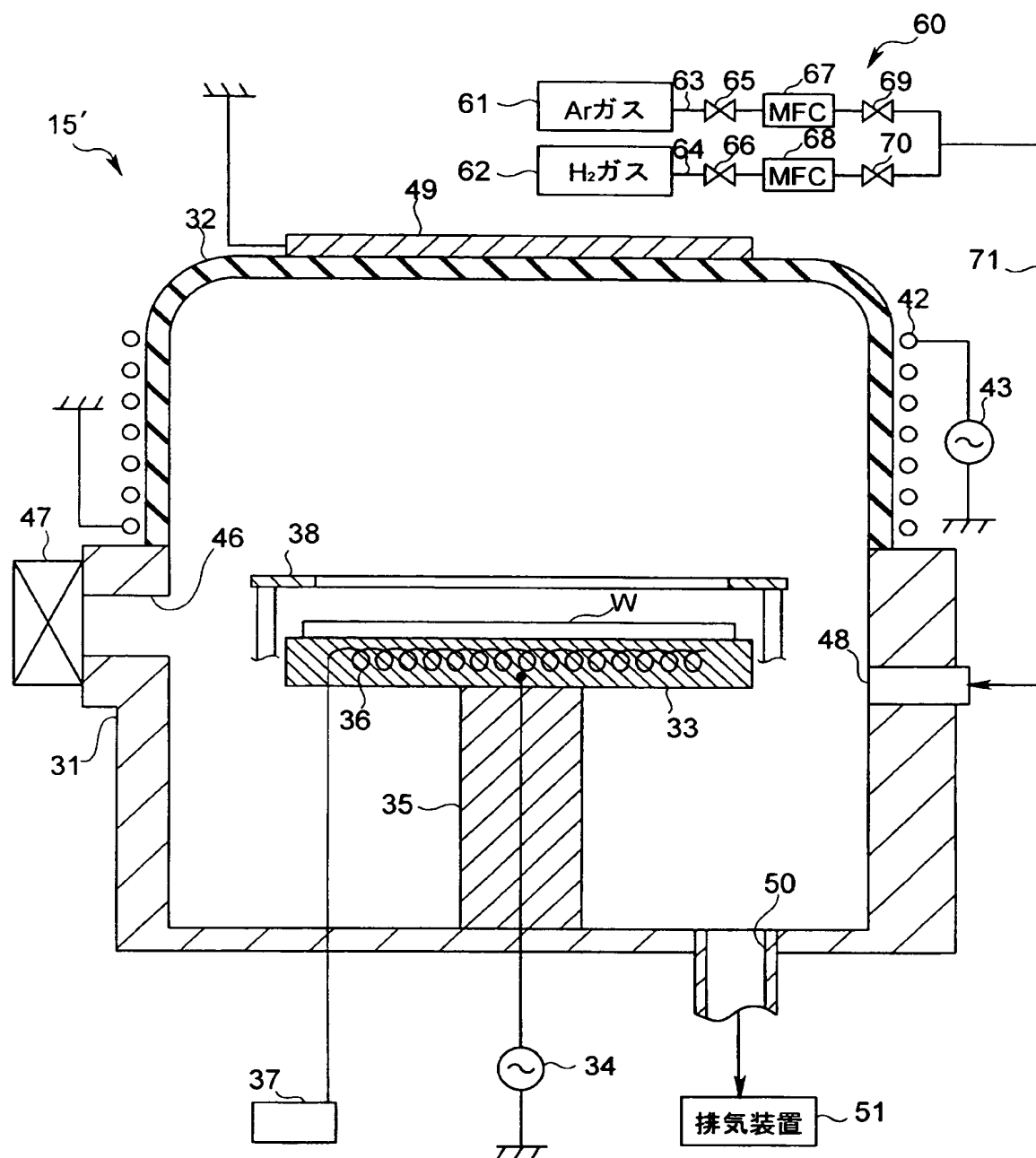
【図 2】



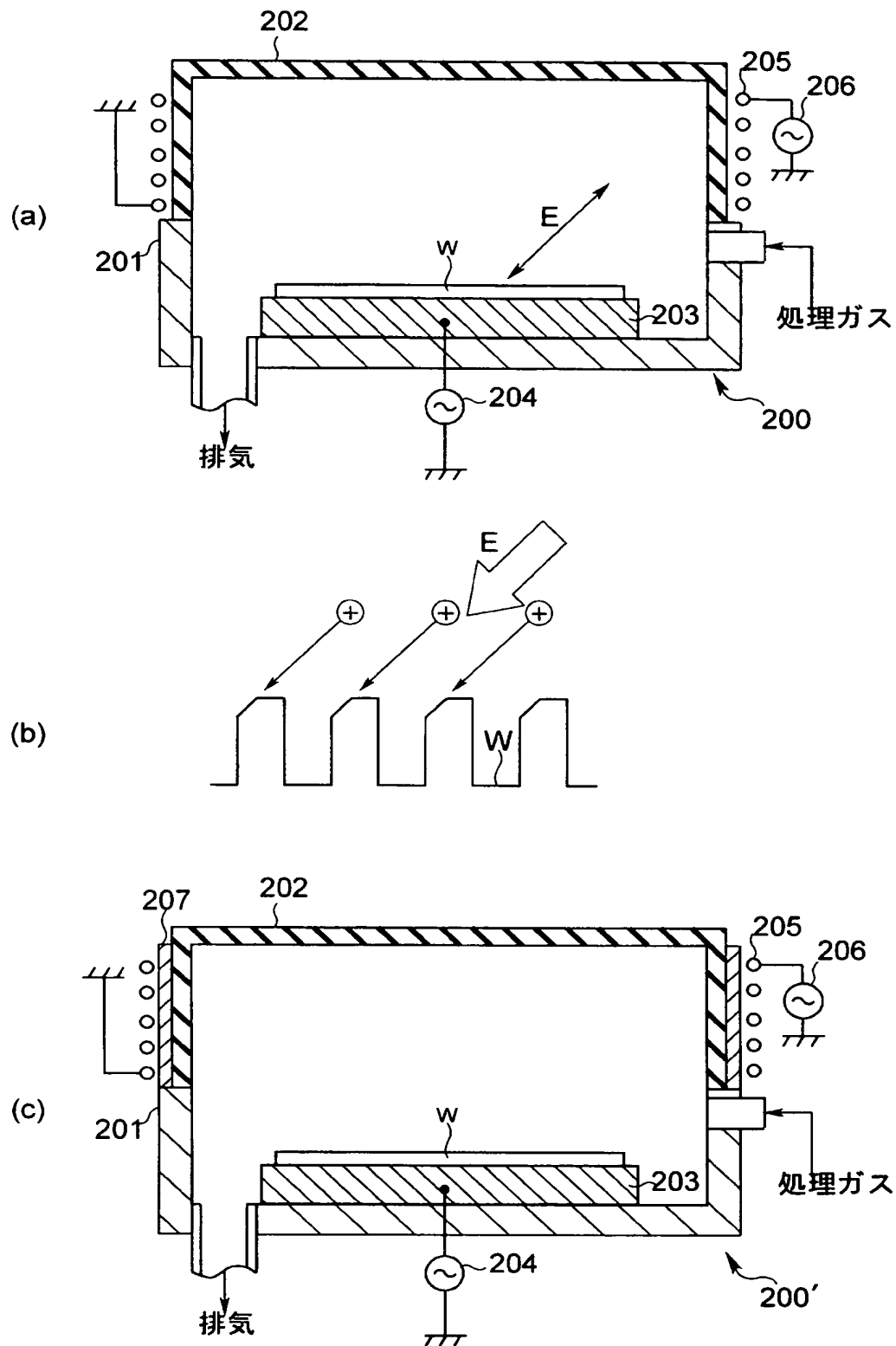
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 誘導結合プラズマを利用しつつ、プラズマ点火直後に斜め方向の電界による不都合が生じ難いプラズマ処理装置および方法を提供すること。また、誘導結合プラズマ方式にファラデーシールドを併用して斜め方向の電界を除去しつつ、プラズマを確実に点火することができるプラズマ処理装置および方法を提供すること。

【解決手段】 チャンバー 3 1 と、ベルジャー 3 2 と、前記ベルジャー 3 2 の外側に設けられたコイル 4 2 と、前記ベルジャー 3 2 と前記コイル 4 2 との間に設けられたファラデーシールド 4 4 と、サセプター 3 3 と、前記ベルジャー 3 2 の上方に設けられた導電性部材 4 9 と、前記コイル 4 2 に誘導電磁界を形成させる第 1 の高周波電源 4 3 と、前記サセプター 3 3 と前記導電性部材 4 9 との間に電界を形成させる第 2 の高周波電源 3 4 とを具備する構成とする。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 1 - 0 3 2 7 1 1
受付番号	5 0 1 0 0 1 8 0 0 6 1
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 3 年 2 月 9 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成13年 2月 8日
-------	-------------

次頁無

出願人履歷情報

[0 0 0 2 1 9 9 6 7]

1994年 9月 5日

住所変更

東京都港区赤坂5丁目3番6号

東京エレクトロン株式会社

2003年 4月 2日

住所変更

東京都港区赤坂五丁目3番6号

氏 名